

10/520628 #2  
PCT/PTO 10 JAN 2005  
02.03.04

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 23 MAR 2004  
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月   6 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 5 9 5 8 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 5 9 5 8 8 ]

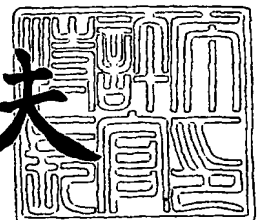
出   願   人            トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月   6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 AT-5601

【提出日】 平成15年 3月 6日

【あて先】 特許庁長官

【国際特許分類】 B62D 6/00  
B62D 5/04

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

    【氏名】 横田 尚大

【特許出願人】

    【識別番号】 000003207

    【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100071216

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 明石 昌毅

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 008268

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9711686

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車輦用操舵制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

運転者により操作される操舵入力装置と、前記操舵入力装置に対し相対的に操舵輪を自動操舵する自動操舵装置と、操舵補助力を発生する操舵補助力発生装置とを有し、車輦の運転状態に応じて前記自動操舵装置及び前記操舵補助力発生装置を制御する車輦用操舵制御装置に於いて、前記自動操舵による前記操舵輪の実際の転舵方向が反転するときには、前記転舵方向が反転することに起因する運転者の必要操作力の変動が減少するよう前記自動操舵装置及び前記操舵補助力発生装置の少なくとも一方による制御を変更することを特徴とする車輦用操舵制御装置。

【請求項 2】

前記自動操舵による前記操舵輪の実際の転舵方向が反転するときには、前記転舵方向が反転しない場合に比して、前記操舵補助力発生装置により発生される操舵補助力を増大させることを特徴とする請求項 1 に記載の車輦用操舵制御装置。

【請求項 3】

前記自動操舵による前記操舵輪の実際の転舵方向が反転するときには、前記転舵方向が反転しないよう、前記自動操舵装置による前記操舵輪の自動操舵量を低減することを特徴とする請求項 1 に記載の車輦用操舵制御装置。

【請求項 4】

前記自動操舵装置は車輦の走行状態が安定化するよう前記操舵輪を自動操舵し、車輦の走行状態の不安定度合が高いときには、車輦の走行状態の不安定度合が低いときに比して、前記自動操舵装置による前記操舵輪の自動操舵量の低減量を小さくすることを特徴とする請求項 3 に記載の車輦用操舵制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車輦の操舵制御装置に係り、更に詳細には操舵入力装置に対し相対

的に操舵輪を自動操舵する自動操舵装置と操舵補助力を発生する操舵補助力発生装置とを有する車輛に於いて、車輛の運転状態に応じて自動操舵装置及び操舵補助力発生装置を制御する車輛用操舵制御装置に係る。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

自動車等の車輛の操舵制御装置の一つとして、例えば下記の特許文献1に記載されている如く、操舵輪を自動操舵するアクティブ操舵制御及びアクティブ操舵制御による操舵輪の自動操舵に伴う操舵反力を打ち消す操舵補助力制御を行う操舵制御装置が従来より知られている。また下記の特許文献2にはアクティブ操舵システムに於ける操舵反力の低減制御が記載されている。

##### 【特許文献1】

特開平5-77751号公報

##### 【特許文献2】

特開2000-229579号公報

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述の如き従来の操舵制御装置によれば、アクティブ操舵制御による操舵輪の自動操舵に伴う操舵反力が打ち消されるので、アクティブ操舵制御に伴う操舵反力の変動を低減し、操舵フィーリングを向上させることができる。しかしアクティブ操舵制御による自動操舵が行われる場合に於いて自動操舵による操舵輪の実際の転舵方向が反転する際には、アクティブ操舵機構より出力側の操舵系摩擦力の作用方向が反転することに起因して操舵反力が急変し、従ってこの点で操舵フィーリングが悪いという問題がある。

#### 【0004】

また操舵反力を打ち消す制御量として、操舵系の慣性項、ダンパ項、ばね項、摩擦項よりなるフィードフォワード制御量を演算し、操舵トルクに基づくフィードバック制御量とフィードフォワード制御量との和に基づきパワーステアリング装置を制御することにより操舵補助力制御を行うことも従来より知られているが、操舵系摩擦力の大きさ及びその発生タイミングを正確に推定することができな

いため、摩擦項を含むフィードフォワード制御量によっても操舵系摩擦力の作用方向が反転することに起因する操舵反力の急変を防止することができない。

#### 【0005】

本発明は、操舵輪を自動操舵するアクティブ操舵制御及びアクティブ操舵制御による操舵輪の自動操舵に伴う操舵反力を打ち消す操舵補助力制御を行う従来の操舵制御装置に於ける上述の如き問題に鑑みてなされたものであり、本発明の主要な課題は、自動操舵による操舵輪の実際の転舵方向が反転する際に操舵系摩擦力の作用方向が反転することに着目し、操舵系摩擦力の作用方向の反転が操舵反力に与える影響を低減することにより、操舵フィーリングを更に一層向上させることである。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

上述の主要な課題は、本発明によれば、請求項1の構成、即ち運転者により操作される操舵入力装置と、前記操舵入力装置に対し相対的に操舵輪を自動操舵する自動操舵装置と、操舵補助力を発生する操舵補助力発生装置とを有し、車輛の運転状態に応じて前記自動操舵装置及び前記操舵補助力発生装置を制御する車輛用操舵制御装置に於いて、前記自動操舵による前記操舵輪の実際の転舵方向が反転するときには、前記転舵方向が反転することに起因する運転者の必要操作力の変動が減少するよう前記自動操舵装置及び前記操舵補助力発生装置の少なくとも一方による制御を変更することを特徴とする車輛用操舵制御装置によって達成される。

#### 【0007】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1の構成に於いて、前記自動操舵による前記操舵輪の実際の転舵方向が反転するときには、前記転舵方向が反転しない場合に比して、前記操舵補助力発生装置により発生される操舵補助力を増大させるよう構成される（請求項2の構成）。

#### 【0008】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1の構成に於いて、前記自動操舵による前記操舵輪の実際の転舵方向が反転すると

きには、前記転舵方向が反転しないよう、前記自動操舵装置による前記操舵輪の自動操舵量を低減するよう構成される（請求項3の構成）。

#### 【0009】

また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1の構成に於いて、前記自動操舵装置は車輦の走行状態が安定化するよう前記操舵輪を自動操舵し、車輦の走行状態の不安定度合が高いときには、車輦の走行状態の不安定度合が低いときに比して、前記自動操舵装置による前記操舵輪の自動操舵量の低減量を小さくするよう構成される（請求項4の構成）。

#### 【0010】

##### 【発明の作用及び効果】

上記請求項1の構成によれば、自動操舵による操舵輪の実際の転舵方向が反転するときには、操舵輪の転舵方向が反転することに起因する運転者の必要操作力の変動が減少するよう自動操舵装置及び操舵補助力発生装置の少なくとも一方による制御が変更されるので、操舵輪の転舵方向が反転する際に生じる運転者の必要操作力の変動を低減し、運転者が感じる操舵トルクの変動を低減して操舵フィーリングを向上させることができる。

#### 【0011】

また上記請求項2の構成によれば、自動操舵による操舵輪の実際の転舵方向が反転するときには、転舵方向が反転しない場合に比して、操舵補助力発生装置により発生される操舵補助力が増大されるので、自動操舵装置より操舵輪側の操舵系摩擦力が操舵反力となることに起因する操舵反力の増大を操舵補助力の増大によって低減し、これにより自動操舵による操舵輪の実際の転舵方向が反転する際の操舵反力の急変を確実に低減することができる。

#### 【0012】

また上記請求項3の構成によれば、自動操舵による操舵輪の実際の転舵方向が反転するときには、操舵輪の転舵方向が反転しないよう、自動操舵装置による操舵輪の自動操舵量が低減されるので、自動操舵による操舵輪の実際の転舵方向が反転すること及び自動操舵装置より操舵輪側の操舵系摩擦力の作用方向が反転することに起因して操舵反力が急変し操舵反力が急変することを確実に防止するこ

とができる。

【0013】

また上記請求項4の構成によれば、前記自動操舵装置は車輛の走行状態が安定化するよう前記操舵輪を自動操舵し、車輛の走行状態の不安定度合が高いときには、車輛の走行状態の不安定度合が低いときに比して、自動操舵装置による操舵輪の自動操舵量の低減量が小さくされるので、自動操舵装置による操舵輪の自動操舵量の低減により車輛の走行状態の安定化が大きく阻害されることを防止し、これにより自動操舵量の低減量が小さくされない場合に比して車輛の走行状態を確実に安定化させることができる。

【0014】

【課題解決手段の好ましい態様】

本発明の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1乃至4の構成に於いて、操舵トルクを検出し、操舵トルクに基づき目標操舵補助力を演算し、少なくとも目標操舵補助力に基づき操舵補助力発生装置を制御するよう構成される（好ましい態様1）。

【0015】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1乃至4の構成に於いて、車輛の走行状態を推定し、車輛の走行状態が不安定であるときには、操舵輪を転舵して車輛の走行状態を安定化させるための目標自動操舵量を演算し、少なくとも目標自動操舵量に基づき自動操舵装置を制御するよう構成される（好ましい態様2）。

【0016】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項2の構成に於いて、前記転舵方向が反転する反転時間帯を推定し、反転時間帯に於いて操舵補助力発生装置により発生される操舵補助力を増大させるよう構成される（好ましい態様3）。

【0017】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様3の構成に於いて、前記転舵方向が実際に反転する時点の前後の時間を含む時間帯として反転時

間帯を推定するよう構成される（好ましい態様4）。

【0018】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様4の構成に於いて、左右旋回方向の何れかを正として操舵入力装置の操作速度の大きさと自動操舵による操舵輪の転舵速度の大きさとが同一でそれらの符号が逆になる時点を、前記転舵方向が実際に反転する時点と推定するよう構成される（好ましい態様5）。

【0019】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様3の構成に於いて、操舵トルクを検出し、反転時間帯に於いては通常時に比して操舵トルクに対する目標操舵補助力の比が高くなるよう目標操舵補助力を演算することにより、操舵補助力発生装置により発生される操舵補助力を増大させるよう構成される（好ましい態様6）。

【0020】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項好ましい態様3の構成に於いて、車輛の走行状態を推定し、車輛の走行状態が不安定であるときには、操舵輪を転舵して車輛の走行状態を安定化させるための目標自動操舵量を演算し、少なくとも目標自動操舵量に基づき自動操舵装置を制御し、目標自動操舵量の変化を予測し、予測される目標自動操舵量の変化及び実際の目標自動操舵量の変化に基づき反転時間帯を推定するよう構成される（好ましい態様7）。

【0021】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項3又は4の構成に於いて、車輛の走行状態を推定し、車輛の走行状態が不安定であるときには、操舵輪を転舵して車輛の走行状態を安定化させるための目標自動操舵量を演算し、少なくとも目標自動操舵量に基づき自動操舵装置を制御し、操舵操作量の変化率の符合及び操舵操作量の変化率と目標自動操舵量の変化率との和の符合の関係に基づき自動操舵による前記操舵輪の実際の転舵方向が反転する状況を判定するよう構成される（好ましい態様8）。

【0022】



本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項3又は4の構成に於いて、車輛の走行状態を推定し、車輛の走行状態が不安定であるときには、操舵輪を転舵して車輛の走行状態を安定化させるための目標自動操舵量を演算し、目標自動操舵量に基づき目標自動操舵量変化率を演算し、少なくとも目標自動操舵量変化率に基づき自動操舵装置を制御し、目標自動操舵量変化率を低減することにより自動操舵装置による操舵輪の自動操舵量を低減するよう構成される（好ましい態様9）。

#### 【0023】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項3又は4の構成に於いて、目標自動操舵量変化率を操舵輪が転舵されない値に低減するよう構成される（好ましい態様10）。

#### 【0024】

本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項4の構成に於いて、車輛の走行状態の不安定度合が高いときには、自動操舵装置による操舵輪の自動操舵量を低減しないよう構成される（好ましい態様11）。

#### 【0025】

##### 【発明の実施の形態】

以下に添付の図を参照しつつ、本発明を幾つかの好ましい実施の形態（以下単に実施形態という）について詳細に説明する。

#### 【0026】

##### 第一の実施形態

図1は自動操舵装置及び電動式パワーステアリング装置を備えたセミステアバイワイヤ式の車輛に適用された本発明による車輛用操舵制御装置の第一の実施形態を示す概略構成図である。

#### 【0027】

図1に於いて、10FL及び10FRはそれぞれ車輛12の左右の前輪を示し、10RL及び10RRはそれぞれ車輛の左右の後輪を示している。操舵輪である左右の前輪10FL及び10FRは運転者によるステアリングホイール14の操作に応答して駆動されるラック・アンド・ピニオン型の電動式パワーステアリング装置16

によりラックバー 18 及びタイロッド 20L 及び 20R を介して転舵される。

#### 【0028】

図示の実施形態に於いては、電動式パワーステアリング装置 16 はラック同軸型の電動式パワーステアリング装置であり、電動機 22 と、電動機 22 の回転トルクをラックバー 18 の往復動方向の力に変換する例えばボールねじ式の変換機構 24 とを有し、ハウジング 26 に対し相対的にラックバー 18 を駆動する補助操舵力を発生することにより、運転者の操舵負担を軽減する補助操舵力発生装置として機能する。尚補助操舵力発生装置は当技術分野に於いて公知の任意の構成のものであってよい。

#### 【0029】

ステアリングホイール 14 は第一のステアリングシャフトとしてのアップステアリングシャフト 28A、転舵角可変装置 30、第二のステアリングシャフトとしてのロアステアリングシャフト 28B、ユニバーサルジョイント 32 を介して電動式パワーステアリング装置 16 のピニオンシャフト 34 に駆動接続されている。図示の実施形態に於いては、転舵角可変装置 30 はハウジング 36A の側にてアップステアリングシャフト 28A の下端に連結され、回転子 36B の側にてロアステアリングシャフト 28B の上端に連結された補助転舵駆動用の電動機 36 を含んでいる。

#### 【0030】

かくして転舵角可変装置 30 は第一のステアリングシャフトに対し相対的に第二のステアリングシャフトを回転駆動することにより、操舵輪である左右の前輪 10FL 及び 10FR をステアリングホイール 14 に対し相対的に補助転舵駆動する自動操舵装置として機能する。

#### 【0031】

特に転舵角可変装置 30 は、通常時にはハウジング 36A 及び回転子 36B の相対回転を阻止する保持電流が電動機 36 に通電されることにより、アップステアリングシャフト 28A に対するロアステアリングシャフト 28B の相対回転角度（単に相対回転角度という）を 0 に維持するが、自動操舵時には電動機 36 によりアップステアリングシャフト 28A に対し相対的にロアステアリングシャフ

ト 28B を積極的に回転させ、これにより運転者の操舵操作に依存せずに左右の前輪 10FL 及び 10FR を自動操舵する。

#### 【0032】

図示の実施形態に於いては、アップステアリングシャフト 28A には該アップステアリングシャフトの回転角度を操舵角  $\theta_s$  として検出する操舵角センサ 40 及び操舵トルク  $T_s$  を検出するトルクセンサ 42 が設けられており、ロアステアリングシャフト 28B には該ロアステアリングシャフトの回転角度を左右前輪の実操舵角  $\theta_a$  として検出する操舵角センサ 44 が設けられており、これらのセンサの出力は操舵制御装置 46 へ供給される。操舵制御装置 46 には車速センサ 48 により検出された車速  $V$  を示す信号及びヨーレートセンサ 50 により検出された車輈のヨーレート  $\gamma$  を示す信号も入力される。

#### 【0033】

尚操舵角  $\theta_a$  を示す信号及び車速  $V$  を示す信号は操舵制御装置 46 より転舵角可変装置 30 を制御する転舵角可変制御装置 52 にも入力され、操舵トルク  $T_s$  を示す信号及び車速  $V$  を示す信号は操舵制御装置 46 より電動式パワーステアリング装置 16 を制御する電動パワーステアリング（電動 PS）制御装置 54 にも入力される。また操舵角センサ 44 により検出される操舵角  $\theta_a$  を示す信号は自動操舵完了後に左右の前輪 10FL 及び 10FR の直進位置をステアリングホイール 14 の中立位置に合せるために使用される。

#### 【0034】

後述の如く、操舵制御装置 46 は車輈の目標ヨーレート  $\gamma_t$  を演算すると共に、目標ヨーレート  $\gamma_t$  とヨーレートセンサ 50 により検出された車輈のヨーレート  $\gamma$  との偏差  $\Delta\gamma$  を低減するための転舵角可変装置 30 の目標自動操舵量としてアップステアリングシャフト 28A に対するロアステアリングシャフト 28B の目標相対回転角度  $\theta_r$  を演算し、目標相対回転角度  $\theta_r$  を示す指令信号を転舵角可変制御装置 52 へ出力する。

#### 【0035】

また操舵制御装置 46 は転舵角可変装置 30 の作動による自動操舵によりステアリングホイール 14 へ伝達される反力トルクを相殺するための補正操舵トルク

$T_e$ を目標相対回転角度 $\theta_r$ に基づいて演算し、補正転舵トルク $T_e$ を示す指令信号を電動パワーステアリング制御装置54へ出力する。

#### 【0036】

転舵角可変制御装置52は運転者による通常操舵時には転舵角可変装置30の相対回転角度を0に維持し、操舵制御装置46より目標相対回転角度 $\theta_r$ を示す信号が入力されたときには、ロアステアリングシャフト28Bがアッパステアリングシャフト28Aに対し相対的に目標相対回転角度 $\theta_r$ 回転するよう目標相対回転角度 $\theta_r$ に基づき転舵角可変装置30の電動機36を制御し、これにより左右の前輪10FL及び10FRを自動操舵し、車輛のヨーレート偏差 $\Delta\gamma$ を低減して車輛の旋回時の走行安定性を向上させる。

#### 【0037】

電動パワーステアリング制御装置54は操舵トルク $T_s$ 及び車速 $V$ に応じて運転者の操舵負荷を軽減するための補助操舵トルク $T_{ab}$ を演算し、補助操舵トルク $T_{ab}$ と操舵制御装置46より入力される補正操舵トルク $T_e$ との和を目標補助操舵トルク $T_a$ として演算し、目標補助操舵トルク $T_a$ に基づき電動式パワーステアリング装置16の電動機22を制御することにより、操舵アシストを行うと共に自動操舵時に於ける転舵角可変装置30の作動により発生する反力トルクを相殺する。

#### 【0038】

特に図示の実施形態に於いては、後述の如く操舵制御装置46は自動操舵による前輪の転舵方向が反転する反転時間帯を推定し、反転時間帯に於いて電動式パワーステアリング装置16により発生される補助操舵トルクを通常時よりも増大させ、これにより自動操舵による前輪の転舵方向が反転する際に於ける操舵トルクの変化量を低減し、操舵トルクの急変を防止して操舵フィーリングを向上させる。

#### 【0039】

尚図1には詳細に示されていないが、操舵制御装置46、転舵角可変制御装置52、電動パワーステアリング制御装置54はそれぞれCPUとROMとRAMと入出力ポート装置とを有し、これらが双方向性のコモンバスにより互いに接続

されたマイクロコンピュータ及び駆動回路よりなっていてよい。また操舵角センサ40及び44、トルクセンサ42、ヨーレートセンサ50はそれぞれ車輛の左旋回方向への操舵の場合を正として操舵角 $\theta_s$ 及び $\theta_a$ 、操舵トルク $T_s$ 、ヨーレート $\gamma$ を検出する。

#### 【0040】

次に図2に示されたフローチャートを参照して図示の実施形態に於いて操舵制御装置46により達成される目標自動操舵量演算制御ルーチンについて説明する。尚図2に示されたフローチャートによる制御は図には示されていないイグニッションスイッチの閉成により開始され、所定の時間毎に繰返し実行される。

#### 【0041】

まずステップ10に於いては操舵角 $\theta_s$ を示す信号等の読み込みが行われ、ステップ20に於いては操舵角 $\theta_s$ に基づき前輪の実舵角 $\delta$ が演算され、Hを車輛のホイールベースとし、Khをスタビリティファクタとして下記の式1に従って車輛の目標ヨーレート $\gamma_t$ が演算され、目標ヨーレート $\gamma_t$ と検出ヨーレート $\gamma$ との偏差 $\Delta\gamma$  ( $=\gamma_t-\gamma$ ) が演算される。

$$\gamma_t = V \cdot \delta / \{ (1 + Kh \cdot V^2) H \} \quad \dots\dots (1)$$

#### 【0042】

ステップ30に於いてはヨーレート偏差 $\Delta\gamma$ に基づき図3に示されたグラフに対応するマップより転舵角可変装置30の目標自動操舵量、即ちアッパステアリングシャフト28Aに対するロアステアリングシャフト28Bの目標相対回転角度 $\theta_{rt}$ が演算される。

#### 【0043】

ステップ40に於いてはIを転舵角可変装置30より車輪までの操舵系の慣性モーメントとし、Cを転舵角可変装置30より車輪までの操舵系の粘性係数とし、Kを転舵角可変装置30より車輪までの操舵系のばね係数とし、 $\theta_{rt,d}$ 及び $\theta_{rt,d,d}$ をそれぞれ目標相対回転角度 $\theta_{rt}$ の微分値及び二階微分値として、下記の式2に従って転舵角可変装置30による自動操舵により発生される反力トルクを相殺するためのフィードフォワード制御量である補正操舵トルク $T_e$ が演算される。

$$T_e = I \theta_{rtdd} + C \theta_{rtd} + K \theta_{rt} \quad \dots\dots (2)$$

**【0044】**

ステップ50に於いては転舵角可変制御装置52へ目標相対回転角度 $\theta_{rt}$ を示す指令信号が送信され、ステップ60に於いては補正操舵トルク $T_e$ を示す指令信号が電動パワーステアリング制御装置54へ送信される。

**【0045】**

尚図には示されていないが、転舵角可変制御装置52は操舵制御装置46より目標相対回転角度 $\theta_{rt}$ を示す指令信号を受信すると、電動機36を制御することによりロアステアリングシャフト28Bをアップステアリングシャフト28Aに対し相対的に目標相対回転角度 $\theta_{rt}$ 回転させ、これにより左右の前輪10FL及び10FRを自動操舵する。

**【0046】**

次に図4に示されたフローチャートを参照して図示の第一の実施形態に於いて電動パワーステアリング制御装置54により達成される補助操舵力制御ルーチンについて説明する。尚図4に示されたフローチャートによる制御も図には示されていないイグニッションスイッチの閉成により開始され、所定の時間毎に繰返し実行される。

**【0047】**

まずステップ110に於いてはトルクセンサ42により検出された操舵トルク $T_s$ を示す信号等の読み込みが行われ、ステップ120に於いては後述の如く図5に示されたフローチャートに従って操舵系摩擦力の作用方向が反転する反転時間帯であるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ150へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ160へ進む。

**【0048】**

ステップ150に於いては車速 $V$ に基づき図6に於いて実線にて示されたグラフに対応する通常時制御用のマップが選択され、ステップ160に於いては操舵トルク $T_s$ 及び車速 $V$ に基づき図6に於いて破線にて示されたグラフに対応する反転時制御用のマップが設定され、そのマップが選択される。

**【0049】**

この場合図 6 に示されている如く、反転時制御用のマップは、まず車速  $V$  に基づき図 6 に於いて実線にて示されたグラフに対応する通常時制御用のマップが選択され、そのときの操舵トルク  $T_s$  を  $T_{si}$  とすると、操舵トルク  $T_s$  が  $T_{si}$  であるときの補助操舵トルク  $T_{abi}$  の点を通り且つ操舵トルク  $T_s$  に対する補助操舵トルク  $T_{ab}$  の傾きが通常時制御用マップの場合よりも大きくなるよう設定される。

#### 【0050】

ステップ 170 に於いては操舵トルク  $T_s$  に基づきステップ 150 又は 160 に於いて選択されたマップより運転者の操舵負担を軽減するためのフィードバック制御量である補助操舵トルク  $T_{ab}$  が演算される。尚図 6 より解る如く、通常時制御用マップの場合及び反転時制御用マップの何れの場合にも、補助操舵トルク  $T_{ab}$  の大きさは、操舵トルク  $T_s$  の大きさが大きいほど大きくなり、同一の操舵トルク  $T_s$  について見て車速  $V$  が高いほど小さくなるよう演算される。

#### 【0051】

ステップ 180 に於いては操舵制御装置 46 より入力された補正操舵トルク  $T_e$  を示す信号の読み込みが行われ、ステップ 190 に於いては電動式パワーステアリング装置 16 の目標補助転舵操舵トルク  $T_a$  が補助操舵トルク  $T_{ab}$  と補正操舵トルク  $T_e$  との和として演算され、ステップ 200 に於いては目標補助操舵トルク  $T_a$  に基づき電動式パワーステアリング装置 16 の電動機 22 に対する目標駆動電流が演算され、該目標駆動電流に基づき電動機 22 が制御される。

#### 【0052】

次に図 5 に示されたフローチャートを参照して上述のステップ 120 に於いて実行される操舵系摩擦力の作用方向の反転時間帯の判定ルーチンについて説明する。

#### 【0053】

尚転舵角可変装置 30 の実相対角度を  $\theta_r (= \theta_a - \theta_s)$  とすると下記の式 3 が成立し、従って操舵角速度、実操舵角速度、実相対角速度をそれぞれ  $\theta_{sd}$ 、 $\theta_{ad}$ 、 $\theta_{rd}$  とすると下記の式 4 が成立する。転舵角可変装置 30 の自動操舵による前輪の転舵方向が反転する際には実相対角速度  $\theta_{rd}$  が 0 になるので、下記の式 4 より下記の式 5 が成立する時点として、即ち操舵角速度  $\theta_{sd}$  及び実相対角速度

$\theta_{rd}$ の大きさが同一でそれらの符号が逆になる時点として自動操舵による前輪の転舵方向が反転する時点を判定することができ、この判定は操舵方向、即ち操舵角速度  $\theta_{sd}$  の符号に関係なく可能である。

$$\theta_s + \theta_r = \theta_a \quad \cdots \cdots (3)$$

$$\theta_{sd} + \theta_{rd} = \theta_{ad} \quad \cdots \cdots (4)$$

$$\theta_{sd} = -\theta_{rd} \quad \cdots \cdots (5)$$

#### 【0054】

まずステップ122に於いては例えば操舵角  $\theta_s$  の時間微分値として操舵角速度  $\theta_{sd}$  が演算されると共に、転舵角可変装置30の実相対角度  $\theta_r$  の時間微分値として実相対角速度  $\theta_{rd}$  が演算される。

#### 【0055】

ステップ124に於いては  $\theta_{rdd}$  を転舵角可変装置30の実相対角度  $\theta_r$  の二階微分値とし、 $T_m$  を操舵系摩擦力の作用方向の反転前後の目標余裕時間として下記の式6に従って転舵角可変装置30の予測相対角速度  $\theta_{rad}$  が演算される。

$$\theta_{rad} = \theta_{rd} + \theta_{rdd} \cdot T_m \quad \cdots \cdots (6)$$

#### 【0056】

ステップ126に於いては操舵角速度  $\theta_{sd}$  と実相対角速度  $\theta_{rd}$  との積が負であるか否かの判別、即ち操舵角速度  $\theta_{sd}$  及び実相対角速度  $\theta_{rd}$  の符号が互いに逆であるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはそのままステップ132へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ128へ進む。

#### 【0057】

ステップ128に於いては相対角速度  $\theta_{sd}$  の絶対値が実相対角速度  $\theta_{rd}$  の絶対値よりも小さいか否かの判別が行われ、肯定判別が行われたときにはステップ130に於いてフラグ  $F_a$  が1にセットされ、否定判別が行われたときにはステップ132に於いてフラグ  $F_a$  が0にリセットされる。

#### 【0058】

ステップ134に於いては操舵角速度  $\theta_{sd}$  と予測相対角速度  $\theta_{rad}$  との積が負であるか否かの判別、即ち操舵角速度  $\theta_{sd}$  及び予測相対角速度  $\theta_{rad}$  の符号が互いに逆であるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはそのままステ



ップ140へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ136へ進む。

【0059】

ステップ136に於いては操舵角速度 $\theta_{sd}$ の絶対値が予測相対角速度 $\theta_{ad}$ の絶対値よりも小さいか否かの判別が行われ、肯定判別が行われたときにはステップ138に於いてフラグFbが1にセットされ、否定判別が行われたときにはステップ140に於いてフラグFbが0にリセットされる。

【0060】

ステップ142に於いてはフラグFaとフラグFbとが一致しているか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときには操舵系摩擦力の作用方向の反転時間帯である旨の判定が行われてステップ160へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ144へ進む。

【0061】

ステップ144に於いてはフラグFa及Fbの不一致の状況より一致の状況へ変化した最新の時点より目標余裕時間Tmが経過したか否かの判別が行われ、肯定判別が行われたときには操舵系摩擦力の作用方向の反転時間帯ではない旨の判定が行われてステップ150へ進み、否定判別が行われたときには操舵系摩擦力の作用方向の反転時間帯である旨の判定が行われてステップ160へ進む。

【0062】

かくして図示の実施形態によれば、ステップ20及び30に於いて車輛のヨーレート $\gamma$ を目標ヨーレート $\gamma_t$ にして車輛を安定的に旋回走行させるべく左右前輪を自動操舵するための目標制御量として転舵角可変装置30の目標自動操舵量、即ちアッパステアリングシャフト28Aに対するロアステアリングシャフト28Bの目標相対回転角度 $\theta_{rt}$ が演算され、ステップ40に於いて転舵角可変装置30による自動操舵により発生される反力トルクを相殺するための補正操舵トルクTeが演算される。

【0063】

そしてステップ120～170に於いて運転者の操舵負担を軽減するためのフィードバック制御量である補助操舵トルクTabが演算され、ステップ180及び190に於いて電動式パワーステアリング装置16の目標補助操舵トルクTaが

補助操舵トルク  $T_{ab}$  と補正操舵トルク  $T_e$  との和として演算され、ステップ 200 に於いて目標補助操舵トルク  $T_a$  に基づき電動式パワーステアリング装置 16 の電動機 22 が制御される。

#### 【0064】

この場合ステップ 120 に於いて操舵系摩擦力の作用方向が反転する反転時間帯ではないと判定されたときには、ステップ 150 及び 170 に於いて通常時制御用のマップより補助操舵トルク  $T_{ab}$  が演算されるが、ステップ 120 に於いて操舵系摩擦力の作用方向が反転する反転時間帯であると判定されたときには、ステップ 160 に於いて反転時制御用のマップが設定され、当該マップより補助操舵トルク  $T_{ab}$  が演算され、これにより通常時に比して操舵トルク  $T_s$  に対する補助操舵トルク  $T_{ab}$  の比が増大され、補助操舵トルク  $T_a$  が増大されるので、運転者の操舵方向に拘らず操舵系摩擦力の作用方向が反転する際の運転者の必要操舵力の変化量を低減し、操舵フィーリングを向上させることができる。

#### 【0065】

特に図示の第一の実施形態によれば、反転時制御用のマップは、まず車速  $V$  に基づき図 6 に於いて実線にて示されたグラフに対応する通常時制御用のマップが選択され、そのときの操舵トルク  $T_s$  を  $T_{si}$  とすると、操舵トルク  $T_s$  が  $T_{si}$  であるときの補助操舵トルク  $T_{abi}$  の点を通り且つ操舵トルク  $T_s$  に対する補助操舵トルク  $T_{ab}$  の傾きが通常時制御用マップの場合よりも大きくなるよう設定されるので、マップの切り替えに起因する補助操舵トルク  $T_{ab}$  の急変を回避することができ、従って後述の第二の実施形態の場合に比して操舵フィーリングを好ましく向上させることができる。

#### 【0066】

##### 第二の実施形態

図 7 は本発明による車輛用操舵制御装置の第二の実施形態に於いて電動パワーステアリング制御装置により達成される補助操舵トルク制御ルーチンを示すフローチャートである。尚図 7 に於いて図 4 に示されたステップと同一のステップには図 4 に於いて付されたステップ番号と同一のステップ番号が付されている。

#### 【0067】

第二の実施形態に於いては、ステップ120に於いて操舵系摩擦力の作用方向が反転する反転時間帯ではないと判定されると、ステップ150に於いて車速Vに基づき図8に示されたグラフに対応する通常制御用の複数のマップより補助操舵トルク $T_{ab}$ を演算するためのマップが選択され、ステップ120に於いて操舵系摩擦力の作用方向が反転する反転時間帯であると判定されると、ステップ160に於いて車速Vに基づき図9に示されたグラフに対応する反転時制御用の複数のマップより補助操舵トルク $T_{ab}$ を演算するためのマップが選択される。

#### 【0068】

尚この実施形態に於ける補助操舵トルク制御ルーチンの他のステップ、即ちステップ120、170～200及び操舵制御装置により達成される目標自動操舵量演算制御ルーチンの各ステップ（図2）は、上述の第一の実施形態の場合と同様に達成される。

#### 【0069】

従って図示の第二の実施形態によれば、同一の操舵トルク $T_s$ について見て操舵系摩擦力の作用方向が反転する反転時間帯であるときには通常時に比して補助操舵トルク $T_{ab}$ が高い値に演算され、補助操舵トルク $T_a$ が増大されるので、上述の第一の実施形態の場合と同様、運転者の操舵方向に拘らず操舵系摩擦力の作用方向が反転する際の運転者の必要操舵力の変化量を低減し、操舵フィーリングを向上させることができる。

#### 【0070】

特に図示の第二の実施形態によれば、ステップ160に於いて予め設定された反転時制御用の複数のマップより車速Vに基づきマップが選択され、そのときの操舵トルク $T_s$ に基づいて反転時制御用マップが設定される訳ではないので、上述の第一の実施形態の場合に比して、簡便に反転時制御用の補助操舵トルク $T_{ab}$ を演算することができる。

#### 【0071】

尚図示の第一及び第二の実施形態によれば、自動操舵方向が実際に反転する時点の前後について操舵系摩擦力の作用方向の反転時間帯が設定され、反転時間帯全体に亘り補助操舵トルク $T_a$ が増大される。従って例えば自動操舵方向の反転

が判定され、その反転が判定された時点より所定の時間に亘り補助操舵トルク  $T_a$  が増大される場合に比して、確実に応答遅れなく操舵系摩擦力の作用方向が反転する際の運転者の必要操舵力の変化量を低減することができる。

#### 【0072】

特に図示の第一及び第二の実施形態によれば、図5に示されたフローチャートのステップ124に於いて転舵角可変装置30の予測相対角速度  $\theta_{rad}$  が演算され、ステップ126～132に於いて操舵角速度  $\theta_{sd}$  及び転舵角可変装置30の実相対角速度  $\theta_{rd}$  に基づき自動操舵方向の反転が判定され、ステップ134～140に於いて操舵角速度  $\theta_{sd}$  及び転舵角可変装置30の予測相対角速度  $\theta_{rad}$  に基づき自動操舵方向の反転が実際の反転よりも目標余裕時間  $T_m$  だけ早く予測判定される。

#### 【0073】

そしてステップ142及び144に於いて自動操舵方向の反転が予測判定された時点と、実際の自動操舵方向の反転が判定された時点より目標余裕時間  $T_m$  が経過する時点との間の時間帯が操舵系摩擦力の作用方向が反転する反転時間帯として設定され、ステップ120の判別が行われる。

#### 【0074】

例えば図10は符号反転された操舵角速度  $-\theta_{sd}$ 、実相対角速度  $\theta_{rd}$ 、予測相対角速度  $\theta_{rad}$  の変化の一例を、フラグ  $F_a$  及び  $F_b$  の変化と共に示すグラフである。尚図10に示されている如く、予測相対角速度  $\theta_{rad}$  は実相対角速度  $\theta_{rd}$  に対し目標余裕時間  $T_m$  位相が進んでいる。

#### 【0075】

図10に於いて、時点  $t_1$  に於いて予測相対角速度  $\theta_{rad}$  が符号反転された操舵角速度  $-\theta_{sd}$  よりも大きくなり、時点  $t_2$  に於いて実相対角速度  $\theta_{rd}$  が符号反転された操舵角速度  $-\theta_{sd}$  よりも大きくなり、時点  $t_4$  に於いて予測相対角速度  $\theta_{rad}$  が符号反転された操舵角速度  $-\theta_{sd}$  よりも小さくなり、時点  $t_5$  に於いて実相対角速度  $\theta_{rd}$  が符号反転された操舵角速度  $-\theta_{sd}$  よりも小さくなったとする。

#### 【0076】

この場合時点  $t_1$  までは実変化フラグ  $F_a$  及び予測変化フラグ  $F_b$  の何れも0で

あるが、予測変化フラグFbは時点t1に於いて1になるのに対し、実変化フラグFaは時点t2に於いて1になり、また予測変化フラグFbは時点t4に於いて0になるのに対し、実変化フラグFaは時点t5に於いて0になる。

#### 【0077】

よって時点t1より時点t2までの区間に於いて実変化フラグFaと予測変化フラグFbとが一致しなくなり、ステップ142に於いて否定判別が行われることにより反転時間帯であると判定され、時点t2より目標余裕時間Tmが経過する時点t3までの区間に於いてステップ142に於いて肯定判別が行われると共にステップ144に於いて否定判別が行われることにより反転時間帯であると判定される。

#### 【0078】

同様に、時点t4より時点t5までの区間に於いて実変化フラグFaと予測変化フラグFbとが一致しなくなり、ステップ142に於いて否定判別が行われることにより反転時間帯であると判定され、時点t5より目標余裕時間Tmが経過する時点t6までの区間に於いてステップ142に於いて肯定判別が行われると共にステップ144に於いて否定判別が行われることにより反転時間帯であると判定される。

#### 【0079】

従って自動操舵方向が反転する時点時点t2及びt5の前後の目標余裕時間Tmの2倍の時間が反転時間帯に設定されるので、自動操舵方向が実際に反転する時点の前後の所定の時間に亘り確実に補助操舵トルクTaを増大し、これにより確実に応答遅れなく操舵系摩擦力の作用方向が反転する際の運転者の必要操舵力の変化量を低減することができる。

#### 【0080】

### 第三の実施形態

図11は本発明による車輛用操舵制御装置の第三の実施形態に於いて操舵制御装置により達成される目標自動操舵量演算制御ルーチンを示すフローチャートである。尚図11に示されたフローチャートによる制御も図には示されていないイグニッションスイッチの閉成により開始され、所定の時間毎に繰返し実行される

## 【0081】

この第三の実施形態に於いては、まずステップ310に於いて操舵角 $\theta_s$ を示す信号等の読み込みが行われ、ステップ320に於いては上述の第一及び第二の実施形態の場合と同様の要領にて車輛の目標ヨーレート $\gamma_t$ が演算されると共に、目標ヨーレート $\gamma_t$ と検出ヨーレート $\gamma$ との偏差 $\Delta\gamma$  ( $=\gamma_t-\gamma$ ) が演算される。

## 【0082】

ステップ330に於いてはNをステアリングギヤ比としてヨーレート偏差 $\Delta\gamma$ に基づき下記の式7に従って転舵角可変装置30の目標自動操舵量、即ちアッパステアリングシャフト28Aに対するロアステアリングシャフト28Bの目標相對回轉角度 $\theta_{rt}$ が演算される。

$$\theta_{rt} = \Delta\gamma (1 + KhV^2) N \cdot H / V \quad \cdots (7)$$

## 【0083】

ステップ340に於いては $\Delta T$ を図11に示されたフローチャートのサイクルタイムとして下記の式8に従って転舵角可変装置30の暫定目標相對回轉角速度 $\theta_{rtdp}$ が演算される。

$$\theta_{rtdp} = \theta_{rt} / \Delta T \quad \cdots (8)$$

## 【0084】

ステップ350に於いてはヨーレート偏差 $\Delta\gamma$ の絶対値が基準値（正の定数）よりも大きいかな否かの判別、即ち車輛の不安定度合が高い状況であるかな否かの判別が行われ、肯定判別が行われたときにはそのままステップ380へ進み、否定判別が行われたときにはステップ360へ進む。

## 【0085】

ステップ360に於いては操舵角速度 $\theta_{sd}$ と操舵角速度 $\theta_{sd}$ 及び暫定目標相對回轉角速度 $\theta_{rtdp}$ の和との積が負であるかな否かの判別、即ち操舵系摩擦力の作用方向が反転する状況であるかな否かの判別が行われ、肯定判別が行われたときにはステップ370に於いて転舵角可変装置30の目標相對回轉角速度 $\theta_{rtdp}$ が符号反転された操舵角速度 $-\theta_{sd}$ に設定され、否定判別が行われたときにはステップ

380に於いて転舵角可変装置30の目標相対回転角速度 $\theta_{rtd}$ が暫定目標相対回転角速度 $\theta_{rtdp}$ に設定される。

#### 【0086】

ステップ390及び410はそれぞれ上述の第一及び第二の実施形態に於けるステップ40及び60と同様の要領にて実行され、ステップ400に於いては転舵角可変制御装置52へ目標相対回転角速度 $\theta_{rtd}$ を示す指令信号が送信され、転舵角可変制御装置52により転舵角可変装置30の相対回転角速度が目標相対回転角速度 $\theta_{rtd}$ になるよう制御される。

#### 【0087】

かくして図示の第三の実施形態によれば、ステップ320に於いてヨーレート偏差 $\Delta\gamma$ が演算され、ステップ330に於いて車輛の旋回状態を安定化させるための転舵角可変装置30の目標相対回転角度 $\theta_{rt}$ が演算され、ステップ340に於いて転舵角可変装置30の暫定目標相対回転角速度 $\theta_{rtdp}$ が演算され、ステップ350に於いて車輛の旋回走行状態が不安定であるか否かの判別が行われ、ステップ360に於いて自動操舵による前輪の実際の転舵方向が操舵操作方向に対し反転する状況であるか否かの判別が行われ、ステップ350に於いて否定判別が行われると共にステップ360に於いて肯定判別が行われたときにステップ370へ進み、ステップ350に於いて肯定判別が行われ又はステップ360に於いて否定判別が行われたときにステップ380へ進む。

#### 【0088】

従って車輛の旋回走行状態が不安定ではない状況に於いて自動操舵による前輪の実際の転舵方向が反転するときには、ステップ370に於いて転舵角可変装置30の目標相対回転角速度 $\theta_{rtd}$ が符号反転された操舵角速度 $-\theta_{sd}$ に低減設定されるので、操舵角速度 $\theta_{sd}$ と目標相対回転角速度 $\theta_{rtd}$ との和が0になって前輪は転舵されず、よって自動操舵による前輪の実際の転舵方向が反転すること及びこれに伴い操舵系摩擦力の作用方向が反転することを防止し、これにより運転者の必要操舵力の急変を防止して操舵フィーリングを向上させることができる。

#### 【0089】

また図示の第三の実施形態によれば、車輛の旋回走行状態の不安定度合が高く、操舵フィーリングの向上よりも車輛の安定化が重視されるべき状況であるときには、ステップ350に於いて肯定判別が行われ、ステップ380に於いて転舵角可変装置30の目標相対回転角速度 $\theta_{rtd}$ が低減されることなく暫定目標相対回転角速度 $\theta_{rtdp}$ に設定されるので、転舵角可変装置30の相対回転角度 $\theta_r$ を確実に目標相対回転角度 $\theta_{rt}$ に制御して車輛の安定性を効果的に向上させることができる。

#### 【0090】

特に図示の第三の実施形態によれば、ステップ350に於いて否定判別が行われても、ステップ360に於いて否定判別が行われたときにはステップ380へ進むので、車輛の旋回走行状態が不安定ではない状況に於いて自動操舵による前輪の実際の転舵方向が反転しないときには、転舵角可変装置30の目標相対回転角速度 $\theta_{rtd}$ が低減されることなくその暫定目標相対回転角速度 $\theta_{rtdp}$ に設定され、従って車輛の走行状態が不安定になることを効果的に抑制することができる。

#### 【0091】

#### 第四の実施形態

図12は本発明による車輛用操舵制御装置の第四の実施形態に於いて操舵制御装置により達成される目標自動操舵量演算制御ルーチンを示すフローチャートである。尚図12に於いて図11に示されたステップと同一のステップには図11に於いて付されたステップ番号と同一のステップ番号が付されている。

#### 【0092】

この第四の実施形態に於いては、上述の第三の実施形態に於けるステップ350に対応するステップが実行されない点を除き、他のステップが第三の実施形態の場合と同様に実行される。

#### 【0093】

従ってこの第四の実施形態によれば、ステップ360に於いて肯定判別が行われたときには、即ち自動操舵による前輪の実際の転舵方向が反転すると判定されたときには、自動操舵による前輪の実際の転舵方向が反転すること及びこれに伴



い操舵系摩擦力の作用方向が反転することを確実に防止し、これにより運転者の必要操舵力の急変を防止して操舵フィーリングを向上させることができると共に、上述の第三の実施形態の場合に比して簡便に自動操舵の制御を行うことができる。

#### 【0094】

特に上述の第三及び第四の実施形態によれば、ステップ340に於いて目標相対回転角速度  $\theta_{rt}$  に基づき転舵角可変装置30の暫定目標相対回転角速度  $\theta_{rtdp}$  が演算され、ステップ360に於いて操舵角速度  $\theta_{sd}$  及び暫定目標相対回転角速度  $\theta_{rtdp}$  に基づいて自動操舵による前輪の実際の転舵方向が反転する状況であるか否かが判定されるので、例えば操舵角速度  $\theta_{sd}$  及び実際の相対回転角速度  $\theta_{rd}$  に基づいて判定される場合に比して、自動操舵による前輪の実際の転舵方向が反転する状況であるか否かを早期に判定し、これにより自動操舵量の低減制御を応答遅れなく効果的に実行することができる。

#### 【0095】

以上に於いては本発明を特定の実施形態について詳細に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて他の種々の実施形態が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

#### 【0096】

例えば上述の実施形態に於いては、補正転舵トルク  $T_e$  の絶対値が大きいほど、換言すれば自動操舵の制御量が大きいほど操舵トルク  $T_s$  の大きさに対する補助転舵トルク  $T_{ab}$  の大きさ比が大きくなるマップが選択されるようになっているが、自動操舵時には非自動操舵時に比して操舵トルク  $T_s$  の大きさに対する補助転舵トルク  $T_{ab}$  の大きさ比が大きいマップにて補助転舵トルク  $T_{ab}$  が演算される限り、自動操舵時のマップは一種類であってもよい。

#### 【0097】

また上述の実施形態に於いては、目標相対回転角度  $\theta_r$  を示す指令信号が転舵角可変制御装置52へ出力され、目標補助転舵トルク  $T_a$  を示す指令信号が電動パワーステアリング制御装置54へ出力されるようになっているが、転舵角可変制御装置52へ出力される指令信号は目標相対回転角度  $\theta_r$  に対応する電動機3

6 に対する目標駆動電流であってもよく、また電動パワーステアリング制御装置 54 へ出力される指令信号は目標補助転舵トルク  $T_a$  に対応する電動機 22 に対する目標駆動電流であってもよい。

#### 【0098】

また上述の実施形態に於いては、転舵角可変装置 30 による自動操舵により発生される反力トルクを相殺するための補正転舵トルク  $T_e$  は上記式 2 に従って演算されるようになっているが、補正転舵トルク  $T_e$  は当技術分野に於いて公知の任意の態様にて演算されてよく、特に転舵角可変制御装置 52 へ出力される指令信号が目標相対回転角度  $\theta_r$  に対応する電動機 36 に対する目標駆動電流である場合には、補正転舵トルク  $T_e$  は電動機 36 に対する目標駆動電流に基づいて演算されるよう修正されてよい。

#### 【0099】

また上述の実施形態に於いては、補助転舵力発生手段としての電動式パワーステアリング装置 16 は補助転舵手段としての転舵角可変装置 30 に対し操舵輪の側に設けられているが、補助転舵力発生手段は補助転舵手段に対しステアリングホイールの側に設けられてもよい。

#### 【0100】

また上述の実施形態に於いては、転舵角可変装置 30 による自動操舵により発生される反力トルクを相殺するためのフィードフォワード制御量である補正転舵トルク  $T_e$  が演算されると共に、運転者の操舵負担を軽減するためのフィードバック制御量である補助転舵トルク  $T_{ab}$  が操舵トルク  $T_s$  及び車速  $V$  に基づいて演算され、電動式パワーステアリング装置 16 の目標補助転舵トルク  $T_a$  が補助転舵トルク  $T_{ab}$  と補正転舵トルク  $T_e$  との和として演算されるようになっているが、フィードフォワード制御量は省略されてもよい。

#### 【0101】

また上述の実施形態に於いては、転舵角可変制御装置 52 は運転者による通常操舵時には転舵角可変装置 30 の相対回転角度を 0 に維持するようになっているが、転舵角可変装置 30 は自動操舵が行われない通常操舵時にはアップステアリングシャフト 28A の回転角度に対するロアステアリングシャフト 28B の回転

角度の比が例えば車速  $V$  が高いほど小さくなるよう、車輛の走行状況に応じてギヤ比可変装置として使用されてもよい。

#### 【0102】

また上述の実施形態に於いては、操舵輪の目標転舵量は車輛の実ヨーレートと車輛の目標ヨーレートとの偏差を低減するための目標転舵量であるが、例えば特開平 11-73597 号公報に記載されている如く、車輛を走行車線に沿って走行させるための目標転舵量や、例えば特開平 10-31799 号公報に記載されている如く、レーザレーダ等により車輛前方の障害物が検出される場合には、車輛前方の障害物を回避するための目標転舵量であってよく、更にはこれら以外の任意の目標転舵量であってもよい。

#### 【0103】

また上述の実施形態に於いては、転舵角可変装置 30 は転舵角可変制御装置 52 により制御され、電動式パワーステアリング装置 16 は電動パワーステアリング制御装置 54 により制御され、転舵角可変制御装置 52 及び電動パワーステアリング制御装置 54 は操舵制御装置 46 により制御されるようになっているが、これらの少なくとも二つの制御装置が一つの制御装置に統合されてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

自動操舵装置及び電動式パワーステアリング装置を備えたセミステアバイワイヤ式の車輛に適用された本発明による車輛用操舵制御装置の第一の実施形態を示す概略構成図である。

##### 【図 2】

第一の実施形態に於いて操舵制御装置により達成される目標自動操舵量演算制御ルーチンを示すフローチャートである。

##### 【図 3】

ヨーレート偏差  $\Delta \gamma$  と目標相対回転角度  $\theta_{rt}$  との関係を示すグラフである。

##### 【図 4】

第一の実施形態に於いて電動パワーステアリング制御装置により達成される補

助操舵トルク制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 5】

図 4 のステップ 120 に於いて達成される操舵系摩擦力の作用方向の反転時間帯判定ルーチンを示すフローチャートである。

【図 6】

各車速域について通常時制御用のマップ（実線）及び反転時制御用マップ（破線）に於ける操舵トルク  $T_s$  と目標転舵トルク  $T_{ab}$  との間の関係を示すグラフである。

【図 7】

第二の実施形態に於いて電動パワーステアリング制御装置により達成される補助操舵トルク制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 8】

通常時制御用のマップに於ける車速  $V$  及び操舵トルク  $T_s$  と目標転舵トルク  $T_{ab}$  との間の関係を示すグラフである。

【図 9】

反転時制御用マップに於ける車速  $V$  及び操舵トルク  $T_s$  と目標転舵トルク  $T_{ab}$  との間の関係を示すグラフである。

【図 10】

符号反転された操舵角速度  $-\theta_{sd}$ 、実相対角速度  $\theta_{rd}$ 、予測相対角速度  $\theta_{rad}$  の変化の一例を、フラグ  $F_a$  及び  $F_b$  の変化と共に示すグラフである。

【図 11】

本発明による車輛用操舵制御装置の第三の実施形態に於いて操舵制御装置により達成される目標自動操舵量演算制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 12】

本発明による車輛用操舵制御装置の第四の実施形態に於いて操舵制御装置により達成される目標自動操舵量演算制御ルーチンを示すフローチャートである。

【符号の説明】

10FR～10RL…車輪

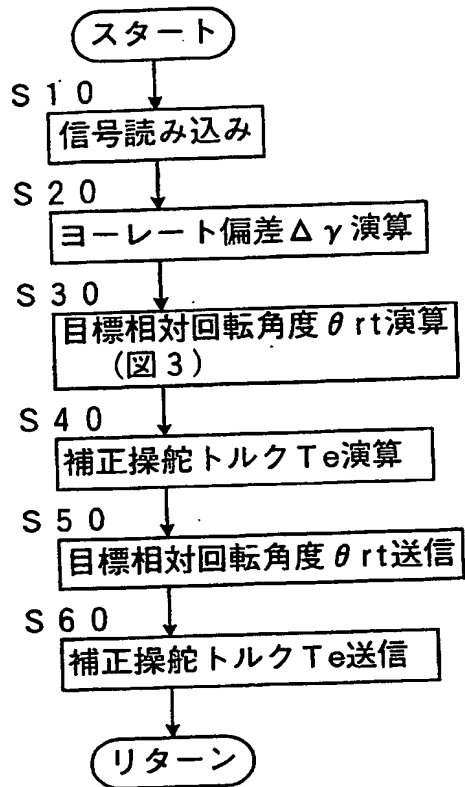
16…電動式パワーステアリング装置

- 28A…アッパステアリングシャフト
- 28B…ロアステアリングシャフト
- 30…転舵角可変装置
- 40、44…操舵角センサ
- 42…トルクセンサ
- 46…操舵制御装置
- 48…車速センサ
- 50…ヨーレートセンサ
- 52…転舵角可変制御装置
- 54…電動パワーステアリング（電動PS）制御装置

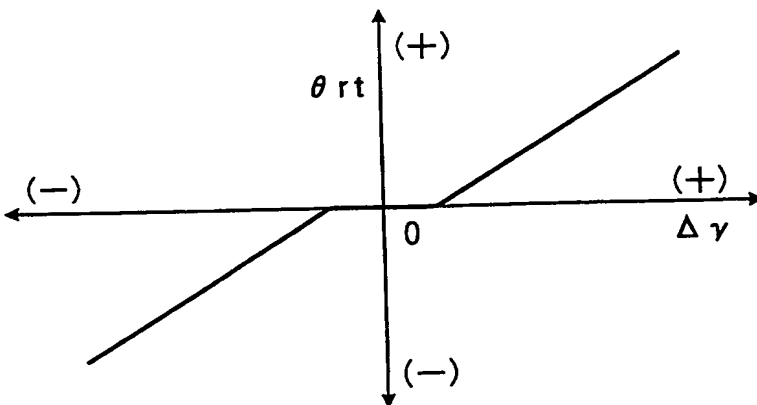
凶面

The diagram illustrates a vehicle's steering control system. The vehicle chassis is shown with four wheels: 10FL (front left), 10FR (front right), 10RL (rear left), and 10RR (rear right). The steering mechanism is centered around a steering wheel 14, which is connected to a steering shaft 28A. This shaft passes through several intermediate shafts (40, 42, 44) and a steering knuckle 16 to a rack and pinion assembly (24, 26, 28B, 32, 34) that steers the wheels. A control system 12 is integrated with the steering mechanism. It includes a speed sensor 48 (outputting V) and a yaw rate sensor 50 (outputting  $\gamma$ ), both feeding into a steering control unit 46. The steering control unit 46 also receives feedback signals  $\theta_s$ ,  $T_s$ , and  $\theta_a$  from the steering mechanism. The steering control unit 46 outputs a signal to a variable steering angle control unit 52, which in turn outputs a signal to an electric PS control unit 54. The electric PS control unit 54 outputs a signal to the rack and pinion assembly 24, 26, 28B, 32, 34.

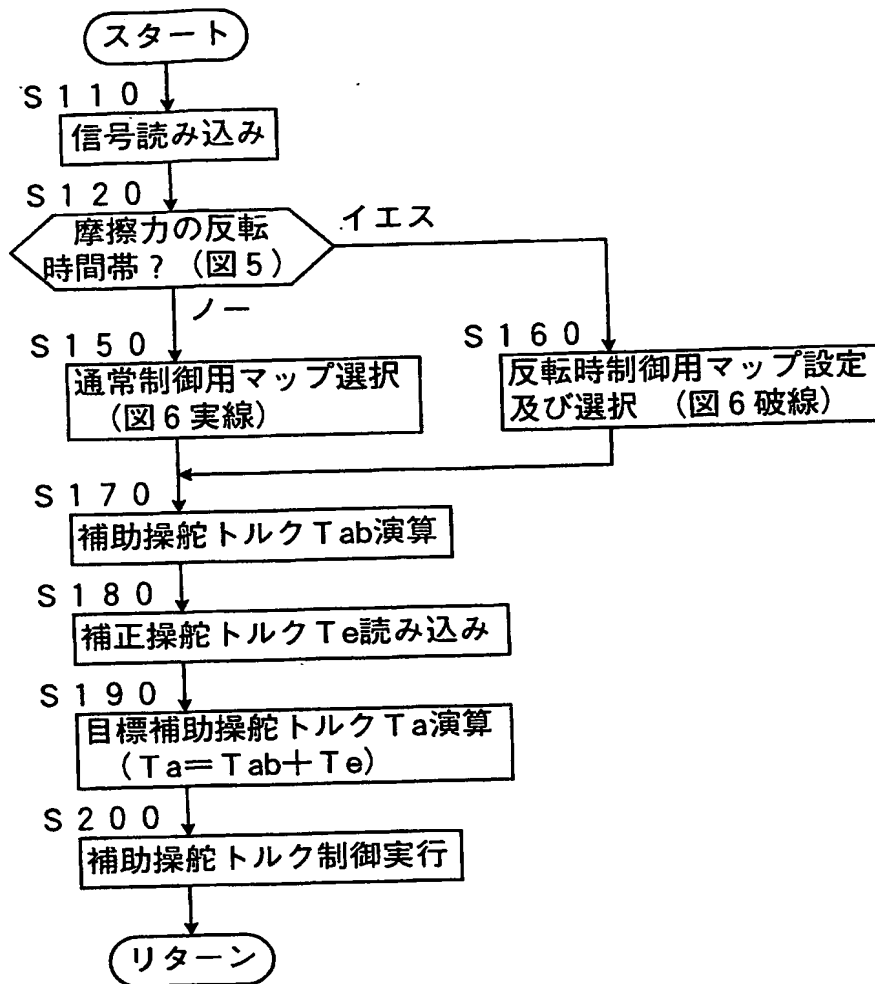
【図2】



【図3】

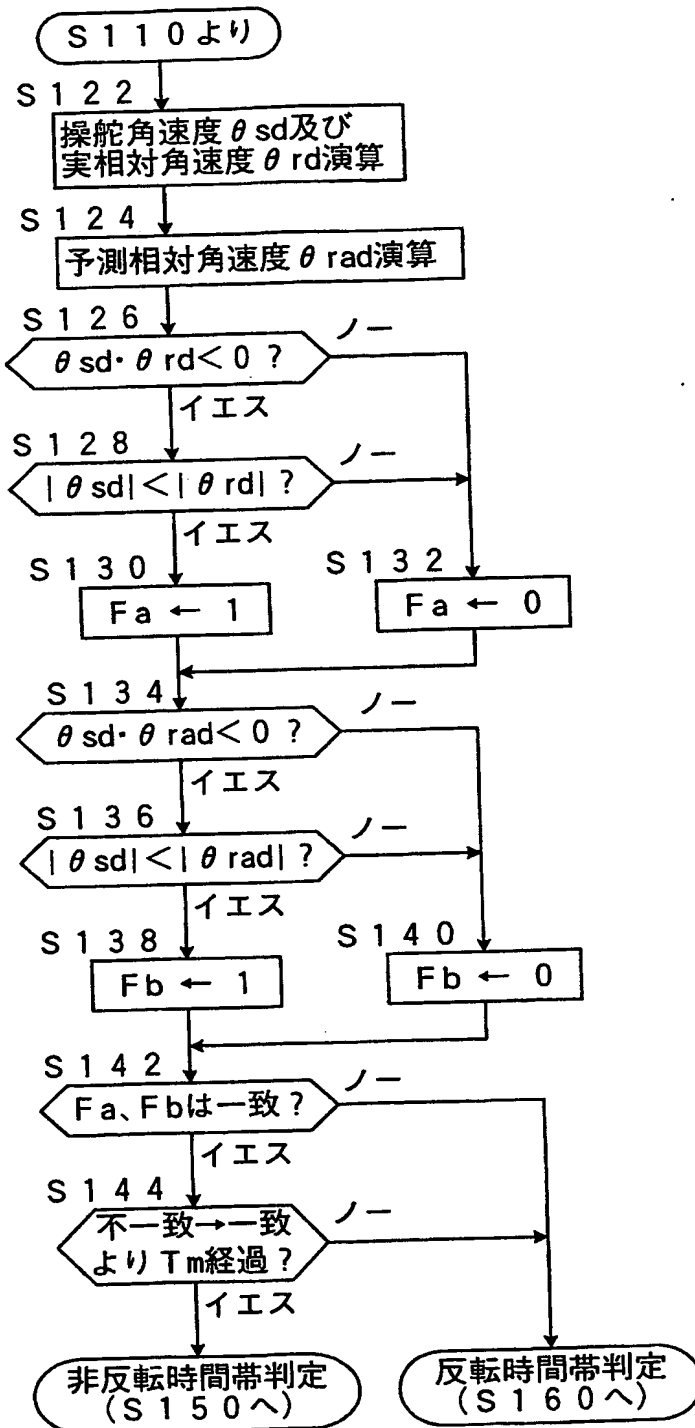


【図4】

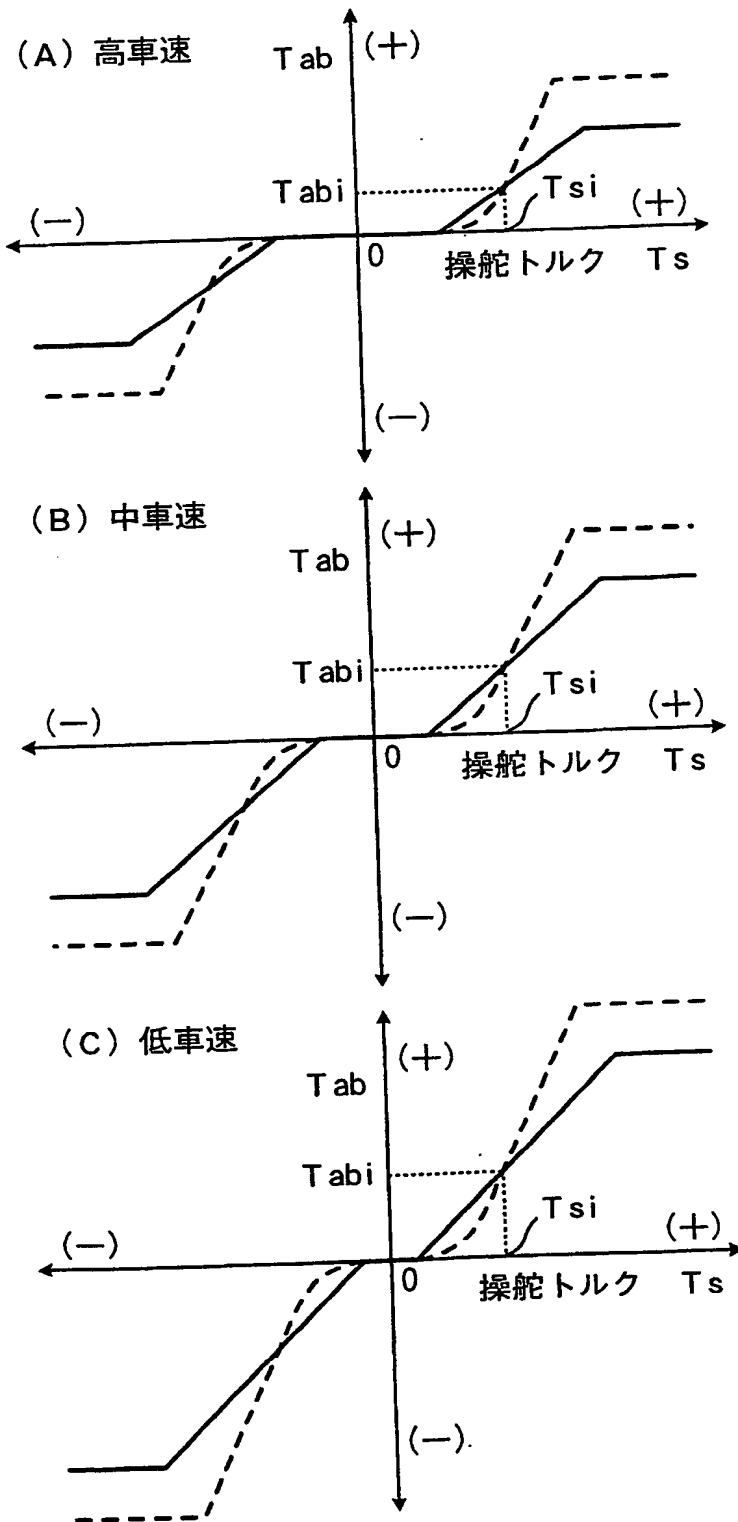




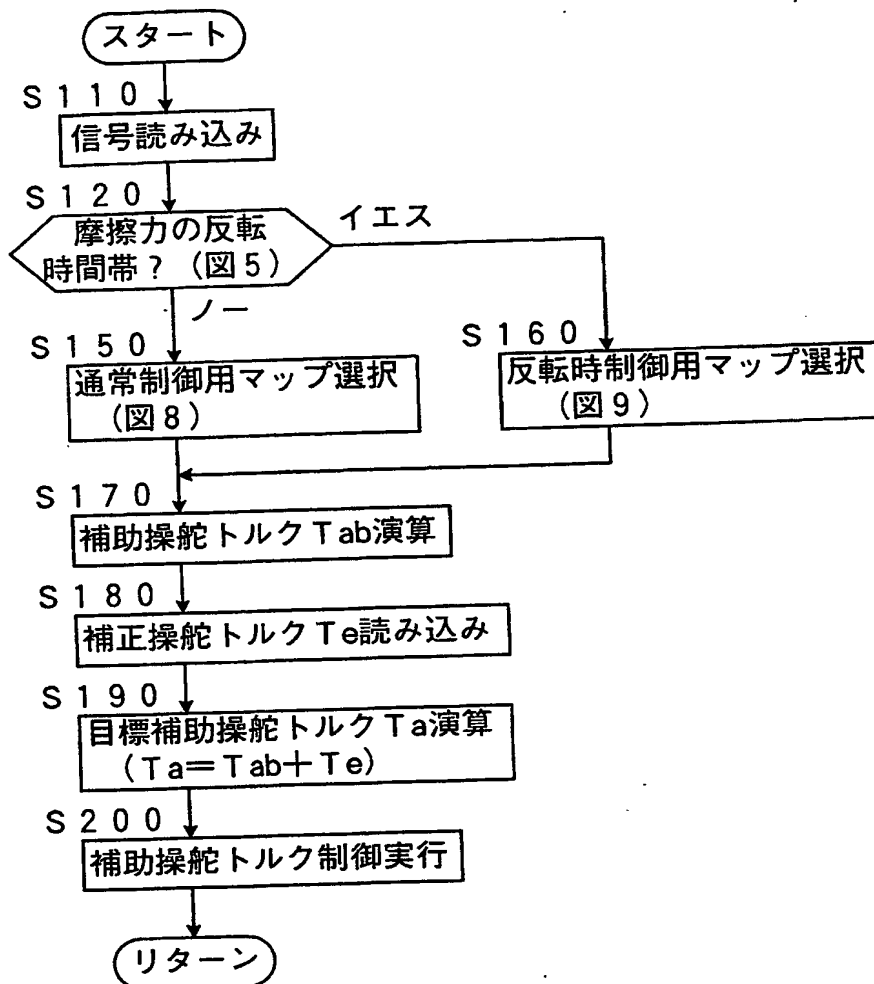
【図5】



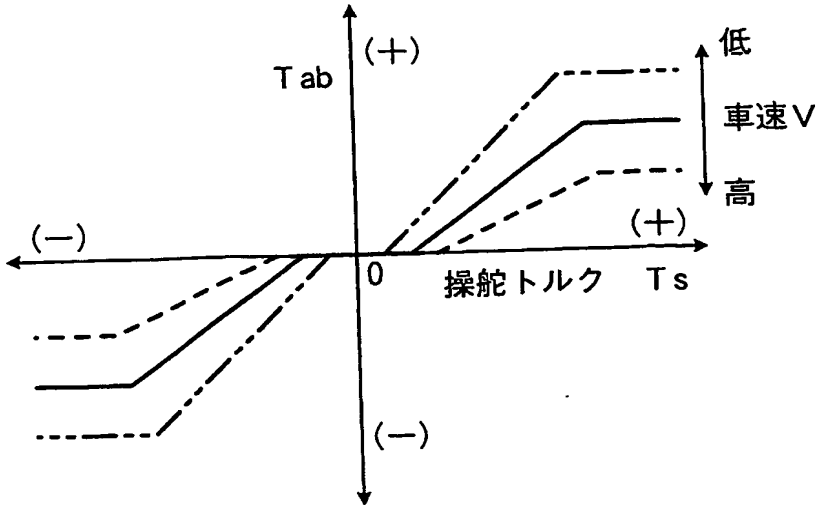
【図6】



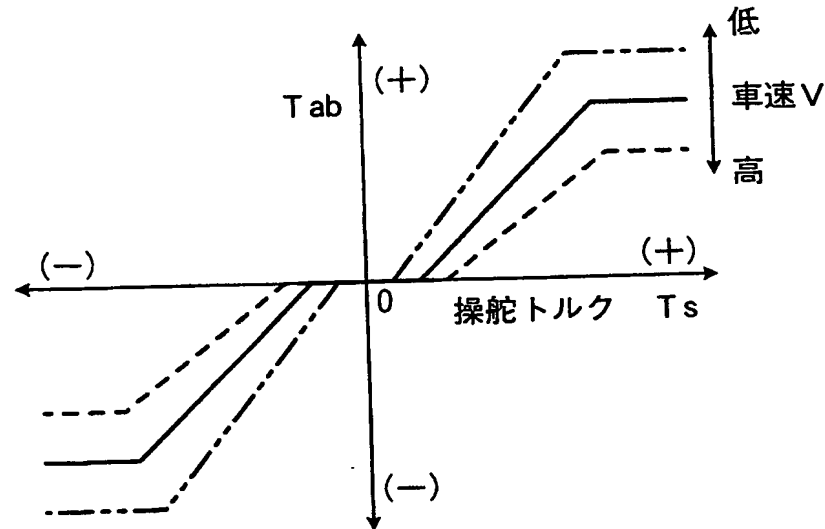
【図7】



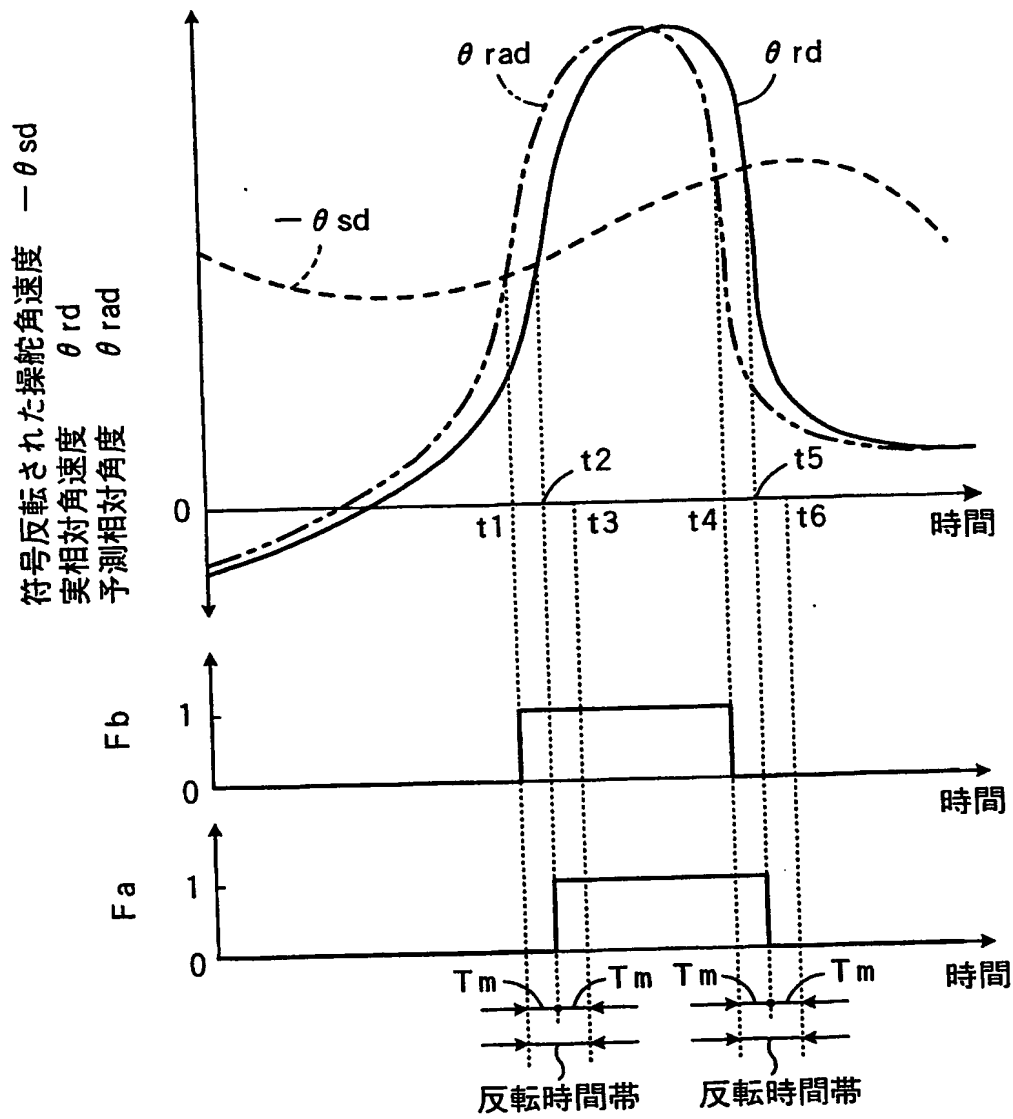
【図8】



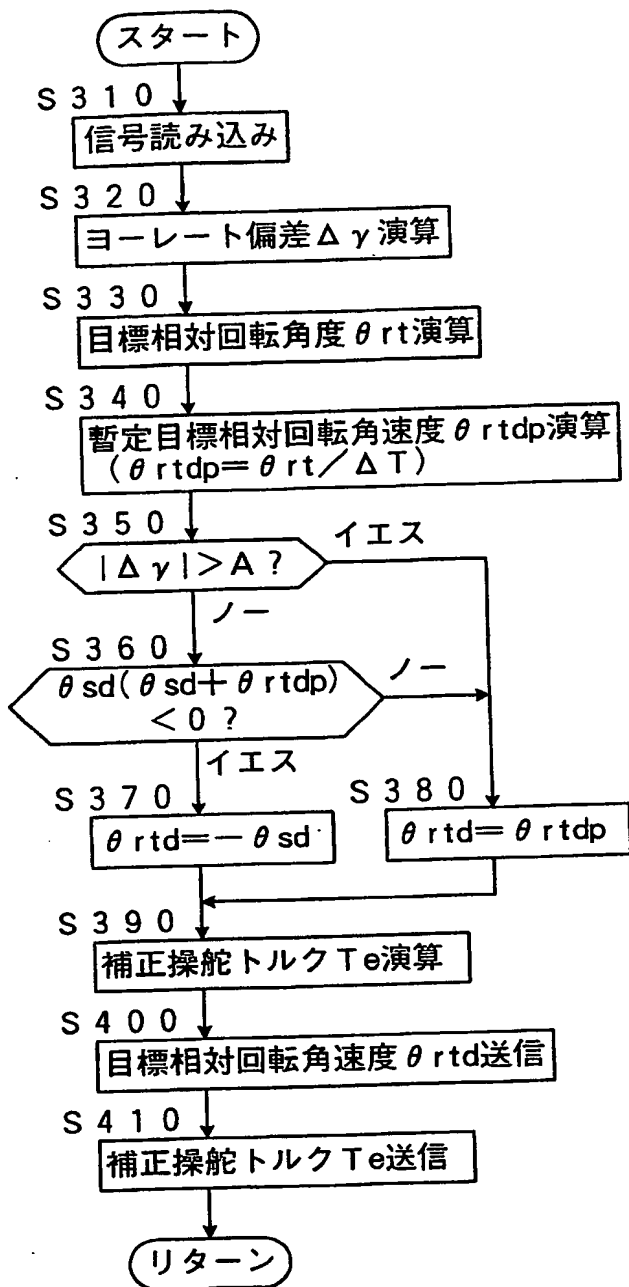
【図9】



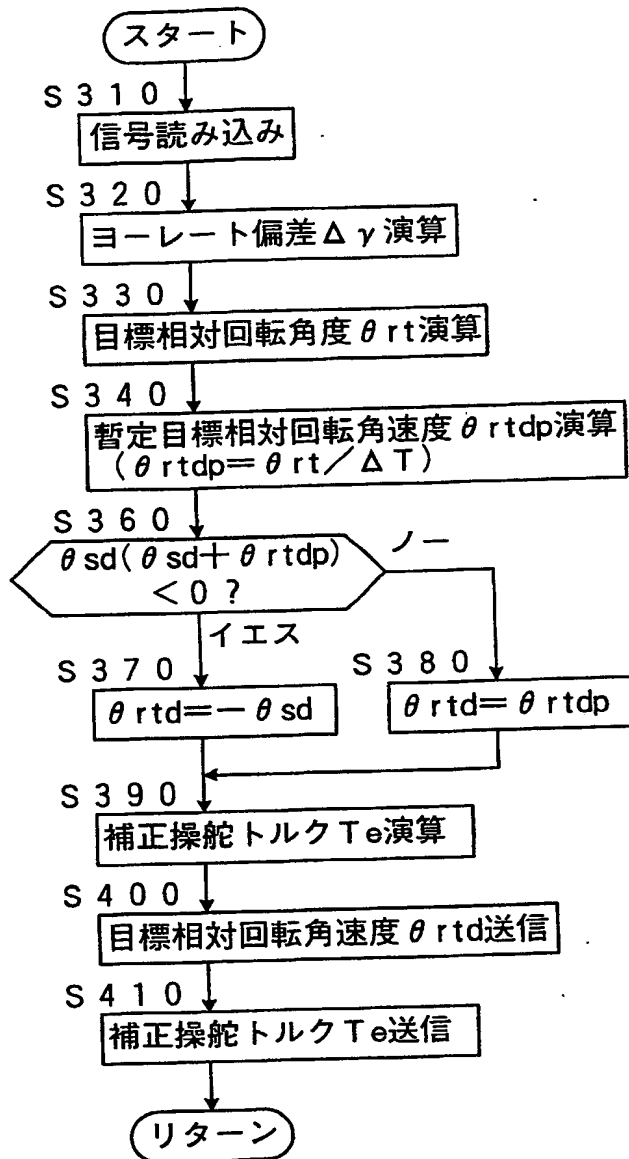
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 操舵系摩擦力の作用方向の反転が操舵反力に与える影響を低減することにより、操舵フィーリングを向上させる。

【解決手段】 車輛を安定的に旋回走行させるための転舵角可変装置30の目標相対回転角度 $\theta_{rt}$ が演算され(S20、30)、目標相対回転角度 $\theta_{rt}$ に基づき前輪が自動操舵により転舵されるが(S50)、自動操舵による前輪の転舵方向が反転し操舵系摩擦力の作用方向が反転する時間帯であると判定されたときには(S120)、反転時制御用のマップが設定され(S160)、当該マップより補助操舵トルク $T_{ab}$ が演算され(S170)、これにより通常時に比して操舵トルク $T_s$ に対する補助操舵トルク $T_{ab}$ の比が増大され、補助操舵トルク $T_a$ が増大される(S190、200)。

【選択図】 図4



特願 2003-059588

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社